

5) 熊本県内河川の水質変化 (1998 年～2018 年)

西島 遥

はじめに

熊本県では水質汚濁防止法（昭和 45 年法律第 138 号）第 16 条の規定に基づき、公共用水域及び地下水の水質測定計画¹⁾を作成し、河川の水質調査を実施している。調査結果は、毎年「水質調査報告書²⁾」として公表されている。

この調査のうち、生活環境の保全に関する環境基準項目（以下「生活環境項目」という。）について、小田ら³⁾が 1978～1997 年度までの熊本県内河川の水質経年変化を考察している。

本報では、1998～2018 年度までの 21 年間にわたる河川における生活環境項目の調査結果をもとに県内河川における水質の経年変化について検討したので報告する。

調査方法

1. 21 年間の類型別水質経年変化

今回の検討では、環境基準点として設定されている 54 地点における 1998～2018 年度までの水質調査結果を用いた。各地点の属する水域には AA から D までの 5 段階の類型が当てはめられており AA 類型 7 地点、A 類型 30 地点、B 類型 9 地点、C 類型 5 地点、D 類型 3 地点となっている。なお、2008～2009 年度に類型見直しが行われており、類型が変わった地点があるが、2020 年 4 月現在の類型を用いている。

地点ごとに生活環境項目（pH、DO（溶存酸素量）、SS（浮遊物質）、BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、TN（全窒素）、TP（全リン）の各年間平均値を算出した後、類型別の年間平均値を算出し検討した。

なお、報告下限値未満の数値は報告下限値と同値として扱った。また、TN、TP については、調査を行っている地点だけの結果で算出した。

結果及び考察

1. 21 年間の類型別水質経年変化

類型別の年間平均値による水質状況を表 1 に示す。また、類型・項目ごとに回帰分析を行った結果を表 2 に示す。

1.1 pH

pH については、すべての類型で経年変化傾向（5%

表 1 類型別水質状況 (1998～2018 年度)

類型		pH	DO mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	SS mg/L	TN mg/L	TP mg/L
AA	平均値	7.8	9.7	0.6	1.3	3	0.60	0.047
	最大値	8.0	10.1	0.7	1.5	5	0.67	0.091
	最小値	7.5	9.4	0.5	1.1	2	0.53	0.038
A	平均値	7.7	9.5	0.9	2.2	5	1.27	0.080
	最大値	7.8	9.9	1.4	2.5	7	1.41	0.101
	最小値	7.7	9.3	0.7	1.9	4	0.98	0.065
B	平均値	7.7	8.5	1.7	4.1	18	1.82	0.151
	最大値	7.8	9.1	2.5	4.8	25	2.10	0.184
	最小値	7.7	8.0	1.0	3.5	14	1.65	0.127
C	平均値	7.6	7.4	3.0	5.4	19	3.69	0.263
	最大値	7.6	7.9	4.4	6.8	34	4.34	0.303
	最小値	7.5	6.9	1.7	4.3	13	2.91	0.205
D	平均値	8.2	9.7	4.9	7.9	18	3.09	0.403
	最大値	8.4	10.8	6.5	9.4	21	4.16	0.638
	最小値	7.8	8.6	3.1	6.5	13	1.29	0.184

有意水準で統計的に有意、以下同じ。)が見られなかった。類型間の比較では、AA から C 類型までの間でわずかな差ではあるが下位の類型になるに従い低い傾向を示していたが、D 類型はすべての類型の中で最も高かった。

1.2 DO

DO について、AA、A 類型では経年変化傾向が見られない一方、B、C 及び D 類型では回帰直線の傾きが 0.0272～0.0645 となっており増加傾向であった。類型間の比較では、AA から C 類型までは下位の類型になるに従い低い傾向を示していたが D 類型では AA 類型と同程度であった。

1.3 SS

SS について、A 類型では回帰直線の傾きが-0.0629、C 類型では回帰直線の傾きが-0.4372 と減少傾向が見られたが、他の類型では経年変化傾向は見られなかった。

1.4 BOD

BOD の経年変化を図 1 に示す。AA 類型では報告下限値である 0.5mg/L 付近で推移しており、経年変化傾向は見られなかった。他の類型では回帰直線の傾きが -0.0211～-0.1204 と減少傾向が見られた（表 2）。

次に、前述したとおり、本県では 2008～2009 年度に類型見直しが行われており、また、2008 年度に熊本県

表2 類型・項目別回帰分析結果

類型\項目	pH	DO	SS	BOD	COD	COD/BOD	TN	TP	TN/TP
AA	0.0011	-0.0043	0.0264	-0.0007	0.0022	0.0068	-0.0014	0.00002	-0.2250
A	-0.0011	-0.0061	-0.0629	-0.0211	-0.0114	0.0338	0.0115	0.0003	-0.1514
B	0.0013	0.0272	-0.1018	-0.0618	-0.0272	0.0689	-0.0090	-0.0009	-0.0702
C	0.0003	0.0477	-0.4372	-0.1204	-0.0892	0.0407	-0.0257	0.0022	-0.2264
D	0.0071	0.0645	0.0848	-0.0761	-0.0834	0.0049	-0.0571	-0.0067	0.0673

※数値は類型・項目別の経年変化の近似直線の傾き

下線・強調表示は、回帰分析の結果、有意水準5%で有意な経年変化傾向が認められたことを示す。

生活環境の保全に関する条例に基づく排水基準（以下「排水基準」という。）が追加されていることから、調査期間を1998～2007年度（以下「前期」という。）と2008～2018年度（以下「後期」という。）の二期に分けてそれぞれ回帰直線の傾きを見たところ（表3）、AA類型では前期、後期に分けても経年変化傾向は見られなかった。A及びB類型では前期で減少傾向、C及びD類型では後期でのみ減少傾向がそれぞれ見られた。

1.5 COD

CODの経年変化を図2に示す。すべての類型で、CODは常にBODよりも高い値となった。AA類型では約1.0～1.5mg/Lの範囲で推移しており経年変化傾向は見られなかった。他の類型では減少傾向が見られ、回帰直線の傾きは-0.0114～-0.0892であり、D類型を除きBODの減少幅よりも小さかった。

BODと同様に二期に分けて見たところ、AA類型では期間を分けても全体と同様に経年変化傾向が見られず、一方A及びB類型では全体として減少傾向が見られたが、期間を分けるとその傾向が見られなくなった。C類型では前期及び後期、D類型では後期のみそれぞれ減少傾向が見られた。

さらに、COD/BOD比の経年変化を図3に示す。AA、D類型では年度ごとの増減はあるものの経年変化傾向は見られなかったが、A、B、C類型では回帰直線の傾きが0.0338～0.0689と増加傾向が見られた。この傾向は、1978～1997年度の県内河川についても見られており³⁾、生活排水処理率の上昇や事業場等における排水処理技術の向上等により引き続き生分解性有機物が減少し、難分解性有機物の濃度が相対的に増加しているためと考えられる。

1.6 TN

TNの経年変化を図4に示す。AA類型では0.6mg/L程度で推移しており経年変化傾向は見られなかった。A類型では1.0～1.5mg/Lの範囲で変動しており、回帰直線の傾きが0.0115と増加傾向が見られた。B類型では1.5～2.0mg/Lの範囲で変動しており回帰直線の傾き

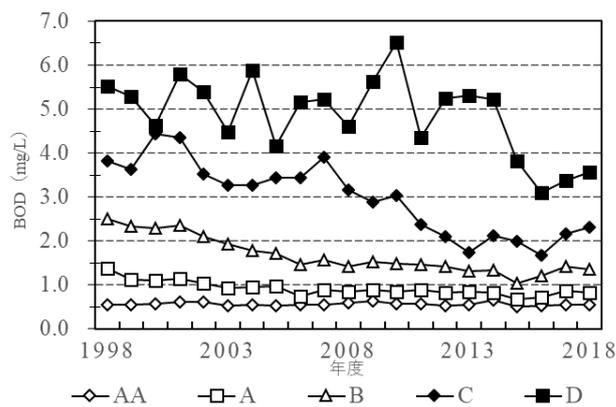


図1 BOD 経年変化

表3 BOD及びCODの前期・後期別回帰分析結果

	BOD		COD	
	前期	後期	前期	後期
AA	-0.0040	-0.0057	0.0107	0.0167
A	-0.0509	-0.0088	-0.0058	-0.0139
B	-0.1162	-0.0227	-0.0264	0.0200
C	-0.0539	-0.1094	-0.0767	-0.0758
D	-0.0403	-0.2320	-0.0002	-0.2096

※数値は類型・項目別の経年変化の回帰直線の傾き

下線・強調表示は、回帰分析の結果、有意水準5%で有意な経年変化傾向が認められたことを示す

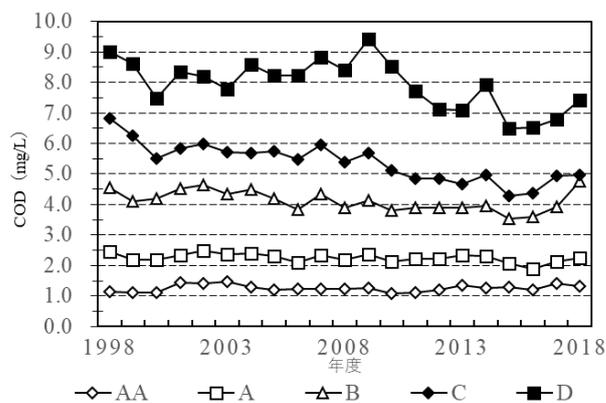


図2 COD 経年変化

が-0.0090 と減少傾向が見られた。C 類型では 3.0～4.5mg/L, D 類型では 1.3～4.2mg/L と変動幅は大きいものの明確な経年変化傾向は見られなかった。

前期, 後期に分けて見ると, AA 及び D 類型では全体と同様に経年変化傾向は見られなかった。A 類型では全体として増加傾向が見られたが, 期間を分けるとその傾向は見られなくなった。B 類型では全体として減少傾向が見られたが, 期間を分けると後期のみで減少傾向が見られた。C 類型では全体としての経年変化傾向は見られていなかったが, 後期で減少傾向が見られた。

1.7 TP

TP の経年変化を図 5 に示す。AA 類型では 0.05mg/L 程度, A 類型では 0.08mg/L 程度で推移しており, ともに経年変化傾向は見られなかった。B 類型では 0.13～0.18mg/L の範囲で変動しており回帰直線の傾きが -0.0009 の減少傾向が見られた。C 類型では 0.20～0.30mg/L の範囲で変動しており回帰直線の傾きが 0.0022 と増加傾向が見られた。D 類型は 0.20～0.65mg/L と年度ごとの変動幅が大きいものの経年変化傾向は見られなかった。

TN と同様に二期に分けて見ると, 全体では変化傾向が見られていなかった AA 及び A 類型において, AA 類型では後期に減少, A 類型では前期に増加, 後期に減少傾向が見られた。B, C 類型では全体として B 類型は減少傾向, C 類型は増加傾向が見られていたが, 期間を分けると経年変化傾向は見られなくなった。D 類型では全体と同様に経年変化傾向は見られなかった。

さらに, TN/TP 比の経年変化を図 6 に示す。類型ごとの経年変化傾向を見ると, D 類型では年度ごとの増減があるが経年変化傾向はなく, AA～C 類型では回帰直線の傾きが -0.0702～-0.2264 と減少傾向が見られたことから, D 類型を除いて TP の割合が増加していると考えられる。また, 類型間の比較をすると, 下位の類型になるに従い全リンの割合が増える傾向を示した。

2. 水質経年変化の要因

河川水に対する BOD 等の負荷の要因として, 工場等の排水, 生活排水等が考えられる。

工場等の排水について, 2008 年度に排水基準が強化が行われているが, 2008 年度の基準超過率が約 8% だったのに対して近年は約 2% まで低下するなど基準超過率が減少している。この基準超過率の減少も含めて, 工場等からの排水水質の改善が, 工場等が多いと考えられる C, D 類型の後期における BOD, COD の減少に寄与していると考えられる。

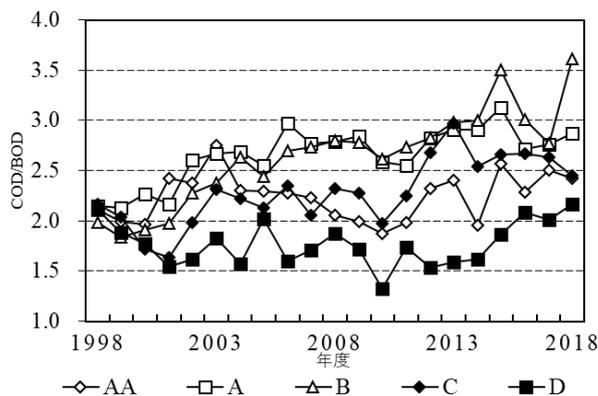


図 3 COD/BOD 比経年変化

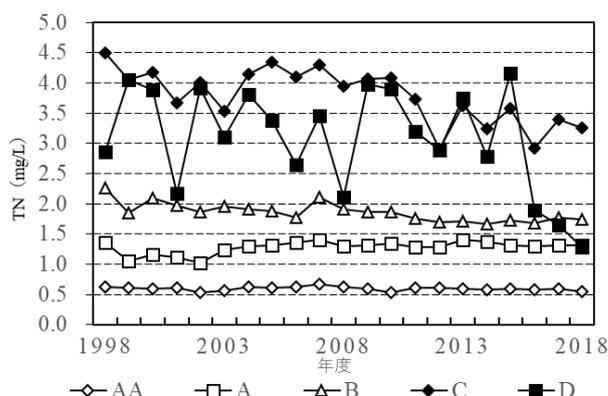


図 4 TN 経年変化

表 4 TN 及び TP の前期・後期別回帰分析結果

	T-N		T-P	
	前期	後期	前期	後期
AA	0.0036	-0.0029	-0.0016	0.0011
A	0.0252	0.0015	0.0027	-0.0017
B	-0.0195	-0.0170	-0.0001	-0.0002
C	0.0019	-0.0872	-0.0013	-0.0005
D	-0.0171	-0.1598	-0.0211	-0.0210

※数値は類型・項目別の経年変化の回帰直線の傾き
下線・強調表示は, 回帰分析の結果, 有意水準 5% で有意な経年変化傾向が認められたことを示す

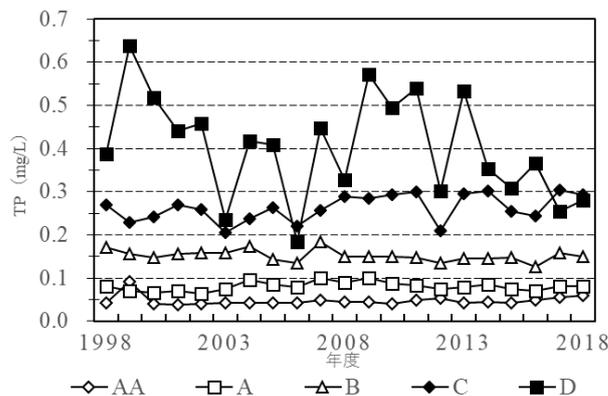


図 5 TP 経年変化

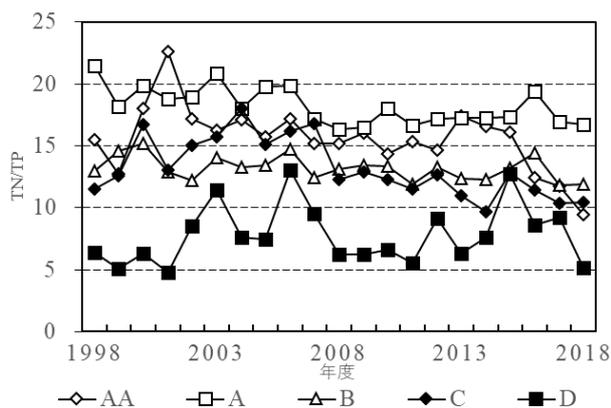


図 6 TN/TP 比経年変化

また、TN/TP 比は D 類型を除き減少傾向であった。

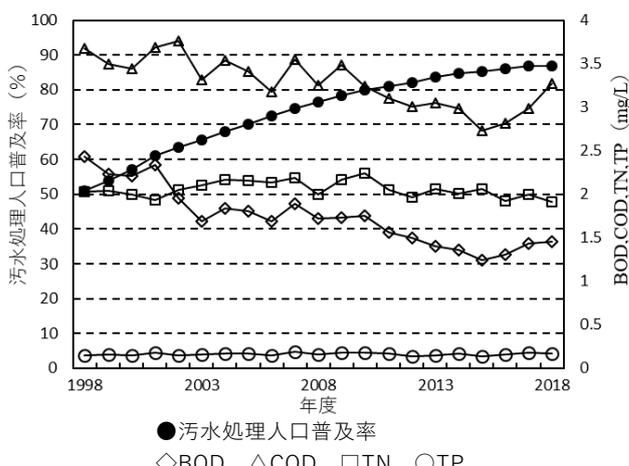


図 7 汚水処理人口普及率及び BOD, COD, TN, TP 経年変化

次に、生活排水について、汚水処理人口普及率と BOD, COD, TN 及び TP の経年変化を図 7、汚水処理人口普及率と上記 4 項目の回帰直線の傾き及び相関係数を表 5 に示す。なお、汚水処理人口普及率は「令和元年度末の生活排水対策の実施状況について」(県下水環境課) 4)からデータを引用した。また、ここでの水質データは、すべての水質調査地点のうち、2019 年 3 月末時点で上記 4 項目の調査を行っている 63 地点の各年度の各年度の平均値を用いて解析を行った。

汚水処理人口普及率は増加、BOD, COD は減少、TN は微減、TP はほとんど変化していない。相関を見ると、汚水処理人口普及率と BOD, COD がそれぞれ-0.9326, -0.7895 と強い負の相関を示しているのに対し、TN が -0.0758, TP が 0.1718 と相関を示さなかった。汚水処理人口普及率が生活排水処理施設の整備水準を示す指標であることから、1.5 で述べたように生活排水が処理されることで生分解性有機物を減少させ、BOD, COD の濃度減少に関与していることが示唆される。

ま と め

1998～2018 年度の公共用水域の調査結果を用いて、県内河川水質の経年変化傾向を解析した。

pH は経年変化傾向がなく、DO は B, C 及び D 類型で増加傾向が見られ、SS は A 及び C 類型で減少傾向が見られた。

BOD, COD はともに AA 類型を除き減少傾向にあり、A 及び B 類型では前期、C 及び D 類型では後期に減少傾向が見られた。また、A, B 及び C 類型では COD/BOD 比は増加傾向にあり、難分解性有機物が相対的に増加していると考えられる。

TN, TP は類型によって傾向が異なり、TN は A 類型では増加、B 類型では減少傾向が見られた。一方 TP は、B 類型では減少、C 類型では増加傾向が見られた。

表 5 汚水処理人口普及率, BOD, COD, TN, TP 回帰直線の傾き及び汚水処理人口普及率対 BOD, COD, TN, TP の相関

	回帰直線の傾き	汚水処理人口普及率との相関
汚水処理人口普及率	1.7938	-
BOD	-0.0506	-0.9326
COD	-0.0383	-0.7895
TN	-0.0033	-0.0758
TP	0.0003	0.1718

文 献

- 1) 熊本県環境保全課 HP : 公共用水域及び地下水の水質測定計画
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5692.html>
(令和 3 年 7 月閲覧) .
- 2) 熊本県環境保全課 HP : 水質調査報告書 (公共用水域及び地下水)
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/51/5680.html>
(令和 3 年 7 月閲覧) .
- 3) 小田泰史, 村岡俊彦, 山崎文雅, 今村 修, 幸 健, 久保 清, 久間公一: 熊本県保健環境科学研究所報, 29, 52 (2000) .
- 4) 熊本県下水環境課 HP : 令和元年度末の生活排水対策の実施状況について
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/104/76477.html>
(令和 3 年 7 月閲覧) .